

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-317118

(43)Date of publication of application : 15.11.1994

(51)Int.Cl.

F01L 1/34

F01L 13/00

F02D 41/22

F02D 45/00

G01M 15/00

(21)Application number : 05-103107

(71)Applicant : UNISIA JECS CORP

(22)Date of filing : 28.04.1993

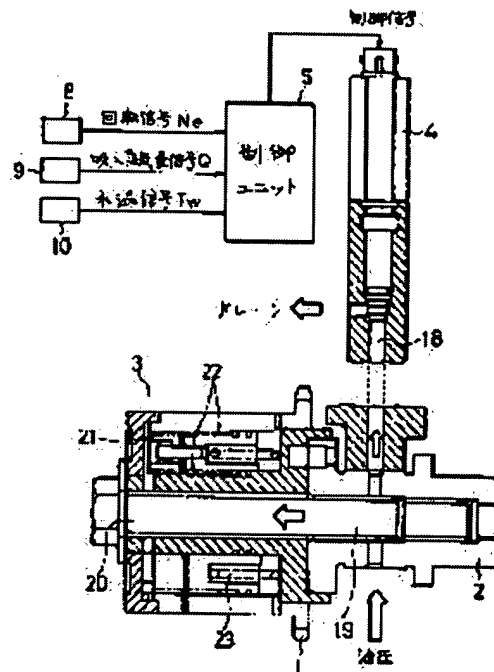
(72)Inventor : UCHIKAWA AKIRA

## (54) SELF-DIAGNOSTIC DEVICE FOR VARIABLE VALVE TIMING CONTROL DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To conduct a diagnosis for troubles, including mechanical troubles in addition to electric troubles in a variable valve timing control device.

CONSTITUTION: It is judged that the water temperature  $T_w$ , the number of revolutions  $N_e$ , and loads conform to specified diagnostic conditions, and a variable valve timing control solenoid 4 is in an OFF-state, and not in a highland travelling state. When these conditions are satisfied, the quantity  $Q_A$  of intake-air in the OFF-state of the solenoid 4 is sampled. Then, the solenoid 4 is forcibly turned ON, and the quantity  $Q_{A1}$  of intake air is sampled under the condition. When the deviation  $\Delta Q$  between the air quantity  $Q_{A1}$  and the air quantity  $Q_A$  is judged less than a specified value, the system is judged to be in trouble.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

31.10.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 21.07.1998

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the technology of diagnosing failure of the adjustable valve timing control unit which carries out adjustable control of the valve timing of an internal combustion engine in detail according to the control signal outputted according to an engine service condition, about the self-test equipment of an adjustable valve timing control unit.

[0002]

[Description of the Prior Art] The adjustable valve timing control unit which operates from the former the valve timing adjustable mechanism which switches the opening-and-closing stage of an engine's inhalation-of-air bulb according to an engine service condition is formed. At the time of an engine's high rotation and a heavy load, the amount of overlap of the open state of an inhalation-of-air bulb and an exhaust air bulb is enlarged. Raising a charging efficiency using an inhalation-of-air inertia force is performed ("new model explanatory (FGY 32-1)" edit issue : the Nissan Motor , Inc. issue years : references, such as August, 1991 ).

[0003] With the above adjustable valve timing control units, with the control signal outputted from the control unit which inputs a rotation signal, an inhalation air-content signal, etc., for example, the oil pressure which operates a valve timing adjustable mechanism is controlled by making an adjustable valve timing control solenoid ON-OFF, the opening-and-closing stage of an inhalation-of-air bulb is switched, and it is controlling.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, there was a method of checking a control signal by incorporating in a control unit from a signal line [ near the adjustable valve timing control solenoid / transmit / the expected control signal / to the aforementioned adjustable valve timing control solenoid / as a method of diagnosing failure of the above adjustable valve timing control units ] /.

[0005] However, in spite of outputting the control signal of ON, for example according to the method of starting The case where it is still an OFF state, without switching to the operating state to which the adjustable valve timing control solenoid balanced ON control in fact, Although the solenoid is operating normally, it cannot diagnose mechanical failure to which abnormalities are in a hydraulic circuit or a valve timing adjustable mechanism, and expected switch control is not performed. Although valve timing has not switched to an expected state in fact, when normal, it might incorrect-diagnose to it.

[0006] this invention is made in view of the above-mentioned trouble, the self-test equipment which can perform the diagnosis also including mechanical failure in an engine's adjustable valve timing control unit is offered, and it aims at raising a diagnostic performance.

[0007]

[Means for Solving the Problem] Based on the control signal outputted according to an engine service condition from a control unit, this invention is self-test equipment of the adjustable valve timing control unit which carries out adjustable control of the valve timing of an internal combustion engine, and as shown in drawing 1 , it is constituted. In drawing 1 , an inhalation air-content detection means detects an engine's inhalation air content.

[0008] Moreover, a valve timing compulsion adjustable means switches the aforementioned control signal compulsorily, and changes valve timing compulsorily as an object for self-tests. And the variation of the inhalation air accompanying a switch of the valve timing by the air-content change operation means and the valve timing compulsion adjustable means is calculated based on the detection value of the aforementioned inhalation air-content detection means.

[0009] A self-test means performs troubleshooting of the aforementioned adjustable valve timing control unit based on the variation calculated with the air-content change operation means.

[0010]

[Function] According to this composition, in the adjustable valve timing control unit with which adjustable control of the valve timing is carried out based on the control signal outputted according to an engine service condition, first, switch control of valve timing is made to perform compulsorily independently with an engine service condition, and it is called for how many inhalation air contents detected with an inhalation air-content detection means with a switch of this valve timing change.

[0011] When an inhalation air content will not change even if the inhalation air content should change with change of a charging efficiency and it changes valve timing if a switch of valve timing is performed normally, that from which valve timing has not switched in fact even if a control signal performs switch control of valve timing can be presumed. Therefore, when there is little change of the air content accompanying a switch of compulsory valve timing, it can be judged as what a certain failure which contains electric failure and a mechanical failure in an adjustable valve timing control unit has produced.

[0012]

[Example] The example of this invention is explained below. Drawing 2 is drawing showing the example of composition of the adjustable valve timing control unit concerning this invention, and the internal combustion engine with which this adjustable valve timing control unit is applied is independently equipped with an inspired air flow path cam shaft and an exhaust side cam shaft, respectively.

[0013] The adjustable valve timing control unit shown in this drawing 2 is attached to the inspired air flow path cam sprocket 1, and is constituted by the adjustable valve timing control solenoid 4 which controls supply of the oil pressure for the valve timing adjustable mechanism 3 which carries out adjustable control, and this valve timing adjustable mechanism 3 operating the phase of a crankshaft (illustration ellipsis) and the inspired air flow path cam shaft 2, and the control unit 5 which outputs the control signal of turning on and off to this adjustable valve timing control solenoid 4 according to an engine's service condition.

[0014] As the aforementioned adjustable valve timing control solenoid 4 is shown in drawing 3 and drawing 4, in the state of OFF (un-energizing) of the solenoid prepared in the end face side (drawing 3 and drawing 4 upper part side), the aforementioned rod 11 retreats to a solenoid side, and the aforementioned rod 11 is extended in the state of ON (energization) of a solenoid in the direction which separates from a solenoid. To the point of the housing 12 supported on the other hand so that the aforementioned rod 11 might be surrounded The tubed valve element 13 which is guided at the inner skin of this housing 12, and moves to shaft orientations is installed inside. This valve element 13 is energized by the coil spring 14 infixed between the housing 12 aforementioned points at the rod 11 side, and a valve element 13 contacts rod 11 apical surface according to this energization force. by this A valve element 13 is interlocked with the attitude of a rod 11, and moves to shaft orientations.

[0015] moreover, the introduction for introducing the hydraulic oil fed by the nose-of-cam side peripheral wall of the aforementioned housing 12 from the hydraulic power unit which is not illustrated in the space surrounded by housing 12 inner circumference and the valve element 13 inside -- opening of the hole 15 is carried out moreover -- a valve element 13 -- introduction -- the free passage for discharging the hydraulic oil introduced through the hole 15 to the space surrounded by housing 12 inner circumference of valve element 13 outside, and rod 11 periphery -- opening of the hole 16 is carried out furthermore, the drain which attends the space surrounded by housing 12 inner circumference and rod 11 periphery -- opening of the hole 17 is carried out to the peripheral wall of housing 12

[0016] in the state of OFF (un-energizing) of the adjustable valve timing control solenoid 4, a rod 11 retreats to a solenoid side here -- a valve element 13 -- from housing 12 nose of cam -- separating -- this state -- the peripheral wall of a valve element 13, and the aforementioned introduction -- a hole 15 -- not interfering -- a hydraulic oil -- the aforementioned introduction -- it receives and a hole 15 is introduced in housing 12 -- having -- the inside of housing 12 -- a free passage -- a hole 16 -- minding -- moving -- a drain --

[0017] on the other hand in the state of ON (energization) of the adjustable valve timing control solenoid 4, a rod 11 is extended to a valve element 13 side -- a valve element 13 -- housing 12 nose of cam -- turning -- descending -- the peripheral wall of a valve element 13 -- the aforementioned introduction -- since a hole 15 will be blockaded from the inside -- a hydraulic oil -- a drain -- it will be in the state where it is not discharged through a hole 17 the aforementioned introduction -- the fluid passage 18 which is open for free passage to a hole 15 -- the upstream -- the fluid passage of the valve timing adjustable mechanism 3 -- open for free passage -- \*\*\*\* -- the OFF state of a solenoid 4 -- a hydraulic oil -- the aforementioned drain -- by being discharged through a hole 17, oil pressure does not act on the valve timing adjustable mechanism 3, but a solenoid 4 turns on -- having -- a drain -- if a hole 17 is closed, oil pressure will act on the valve timing adjustable mechanism 3

[0018] The aforementioned fluid passage 18 is open for free passage to the fluid passage 19 established in the cam shaft 2, before resulting in the aforementioned solenoid 4, and a solenoid 4 arrives at the front face of the plunger 21 of

cam sprocket 1 built-in via the fluid passage 20 where the hydraulic oil supplied to the aforementioned fluid passage 19 was prepared in the cam sprocket 1 in the state where a hydraulic oil is not discharged from a solenoid 4 side by the ON state. And the hydraulic oil which arrived at the front face of a plunger 21 acts so that a plunger 21 may be forced on a cam-shaft 2 side with the oil pressure.

[0019] Since the aforementioned plunger 21 has geared with the cam sprocket 1 and the cam shaft 2 by the helical gear 22, if it is pushed by the aforementioned oil pressure, it moves to shaft orientations to a stopper position, rotating, and at this time, since the cam sprocket 1 is being fixed by the timing chain which is not illustrated, a cam-shaft 2 side will rotate with a plunger 21, and the relative position of the hoop direction of the cam sprocket 1 and a cam shaft 2 will change.

[0020] if the control solenoid 4 is turned off on the other hand -- the drain of a solenoid 4 -- the force which forces the aforementioned plunger 21 on a cam-shaft 2 side by discharging a hydraulic oil through a hole 17 -- being lost -- the aforementioned plunger 21 -- the energization force of a return spring 23 -- it will return to the position of the origin which is separated from a cam-shaft 2 side thus, in the adjustable valve timing control unit of this example It is that to which the phase of an inspired air flow path cam is changed with operation angle regularity by changing the phase to the crankshaft of the inspired air flow path cam shaft 2. in this example As shown in drawing 5 (a) and (b), at the OFF state of a solenoid 4, the open time of an inhalation-of-air bulb is overdue, conversely, by the ON state of a solenoid 4, the open time of an inhalation-of-air bulb is rash, and the amount of overlap with an exhaust valve increases.

[0021] Turning on and off of aforementioned SORENODO 4 is controlled by the control signal from a control unit 5, and makes the aforementioned solenoid 4 turn on and off according to an engine service condition, and in order to suit and change the opening-and-closing time of an inhalation-of-air bulb to a service condition, the engine rotation signal Ne, the engine inhalation air-content signal Q, and the circulating-water-temperature signal Tw from the crank angle sensor 8, an air flow meter 9 (inhalation air-content detection means), and a coolant temperature sensor 10 are inputted into a control unit 5.

[0022] And the control unit 5 which builds in a microcomputer calculates an engine load equivalent value from the aforementioned inhalation air-content signal Q and the rotation signal Ne, determines turning on and off of a solenoid 4 with reference to the valve timing control map (refer to drawing 6 ) beforehand set up considering an engine load and rotation as a parameter, and outputs the on-off-control signal according to this determination to a solenoid 4.

[0023] Furthermore, in this example, the function to perform the self-test of the adjustable valve timing control unit of the above-mentioned composition is prepared in the control unit 5. Below, the situation of the self-test in a control unit 5 is explained according to the flow chart of drawing 7 . In addition, in this example, as shown in the flow chart of aforementioned drawing 7 , the control unit 5 is equipped with the function as a valve timing compulsion adjustable means, an air-content change operation means, and a self-test means in software.

[0024] It sets to the flow chart of drawing 7 , and is Step 1 (referred to as S1 all over drawing.). At the - step 5, it distinguishes like the following whether the various conditions which perform a self-test are satisfied. First, at Step 1, it distinguishes whether a circulating water temperature Tw is more than predetermined temperature (for example, 60 degrees C).

[0025] And when it is more than circulating-water-temperature Tw predetermined temperature, it progresses to the following step 2 and distinguishes whether the engine rotational speed Ne is in predetermined speed range (for example, low rotation region which is about 1500-2000 rpm). When rotational speed Ne is in predetermined speed range, further, it progresses to Step 3 and distinguishes whether an engine load is in a predetermined low load field. In addition, the central value of the aforementioned engine load is calculated from the aforementioned inhalation air content Q and the engine rotational speed Ne.

[0026] when the engine rotational speed Ne is distinguished in predetermined speed range more than predetermined temperature by the above-mentioned judgment as an engine load is predetermined within the limits, even if a circulating water temperature Tw changes bulb tie MIG compulsorily by it -- exhaust air -- what does not have big influence on a character is presumed, and it progresses to the following step 4 the compulsory valve-timing switch which starts although it is the composition of making it diagnosing based on change of the inhalation air content which switches valve timing compulsorily because of a self-test, and is then generated, in this example as mentioned later -- following -- exhaust air -- since he wants to avoid that aggravation of a character and sudden change of operability occur, a service condition with if possible little influence is set up beforehand, and it is being made to judge at Step 1 - Step 3 whether this service condition is suited

[0027] Even if it performs switch control of compulsory valve timing, if it is judged at Step 1 - Step 3 that influence is a few service condition, it will progress to Step 4, and it distinguishes whether it is in the state where the control signal of OFF is outputted to the adjustable valve timing control solenoid 4, and the state currently controlled by valve timing with few amounts of overlap if it puts in another way.

[0028] If it is distinguished at Step 4 that a control signal is an OFF state, it will progress to Step 5 and will distinguish whether it is a high-ground run state. Although this high-ground judging can be made to judge based on the detection value of atmospheric pressure, it can use various well-known methods. Since change of the inhalation air content accompanying [ that it is a high-ground run state ] a switch of valve timing decreases compared with the time of lowlands and it becomes impossible to secure diagnostic precision, it progresses to the diagnostic step after Step 6 a condition [ it not being a high-ground run state (it being the altitude below predetermined) ].

[0029] At Step 6, the inhalation air content Q detected with the air flow meter 9 is set to QA as an air content corresponding to the OFF control state of the adjustable valve timing control solenoid 4. From a service condition, although it is the conditions which should make a solenoid 4 turn off originally, ON control signal is compulsorily outputted to a solenoid 4 for a self-test, and valve timing is controlled by the following step 7 in the direction (refer to drawing 5 (b)) in which the amount of overlap becomes large compulsorily.

[0030] And at the following step 8, the inhalation air content Q detected with the air flow meter 9 immediately after making a solenoid 4 turn on compulsorily as mentioned above is sampled, and this is set to QA1 as an air content corresponding to a control signal ON state. In addition, since valve timing does not switch in an instant and time lag is produced according to the delay of an oil pressure control even if it outputs ON control signal to a solenoid 4, it is good to make it make the air flow meter detection value in the time of having passed the aforementioned time delay since the OFF->ON switch sample.

[0031] At Step 9, deflection  $\Delta Q$  ( $=QA1-QA$ ) of the air content QA 1 in the ON control state of the solenoid 4 called for as mentioned above and the air content QA in an OFF control state is calculated. That is, the aforementioned deflection  $\Delta Q$  is data in which change of the air content accompanying having carried out the OFF -> ON switch of the solenoid 4 compulsorily, and having switched valve timing is shown.

[0032] When the aforementioned deflection  $\Delta Q$  is calculated, the aforementioned deflection  $\Delta Q$  makes it distinguish by comparing the aforementioned deflection  $\Delta Q$  with a predetermined value at the following step 10 whether it has an amount corresponding to the switch of valve timing. this example shows to drawing 6 -- as -- low and medium speed, and a low load field -- a solenoid 4 -- turning off -- this field -- the amount of overlap -- few -- carrying out -- inhalation efficiency -- exhaust air -- improvement in a character is aimed at and compulsory ON control in the aforementioned step 7 is performed in this field

[0033] therefore, the above -- by compulsory ON control of a solenoid 4, inhalation efficiency should improve because the closed time of an inhalation-of-air bulb is rash, and according to increase of this inhalation efficiency, the inhalation air content Q should show the increase change more than predetermined Even if it switches a control signal, change of an inhalation air content stops however, occurring, since change of inhalation efficiency does not arise when failure from which valve timing does not actually switch according to the control signal outputted to a solenoid 4 has arisen.

[0034] Then, that from which valve timing has not actually switched according to the control signal when it is distinguished at Step 10 that the aforementioned deflection  $\Delta Q$  is below predetermined can be presumed, and conversely, when an expected air-content change is obtained, that to which valve timing is normally switched according to the control signal outputted to a solenoid 4 can be presumed.

[0035] Here, when it is distinguished that the aforementioned deflection  $\Delta Q$  is more than predetermined, it progresses to Step 11, the normal judging of a system is performed, the control signal outputted to a solenoid 4 is returned to the OFF state according to the original service condition, and this routine is terminated. A failure judging is not performed immediately but it progresses to Step 12, and when it distinguishes whether the self-test by compulsory ON-OFF control of a solenoid 4 was carried out twice and distinguished from failure by one diagnosis, it returns to Step 7 that it should check again, and is made to diagnose once again, although what a certain failure has generated is presumed on the other hand when it is distinguished that the aforementioned deflection  $\Delta Q$  is below predetermined.

[0036] And when it is distinguished that the aforementioned deflection  $\Delta Q$  is failure in below predetermined in the 2nd time, it considers that the diagnostic result based on the aforementioned deflection  $\Delta Q$  is clear, it progresses to Step 13, and failure of a system is judged. in addition -- the above-mentioned example -- an operation angle -- the adjustable valve timing control unit of composition of changing an operation angle (the amount of lifts) with an opening-and-closing stage, although the opening-and-closing stage of an inlet valve was made adjustable while it had been fixed -- you may be -- moreover, an operation angle -- it is clear that it is not what is limited to the above-mentioned adjustable mechanism even if it is the case where valve timing is changed while it has been fixed

[0037] Moreover, although a solenoid 4 is made to turn on compulsorily and it asked for change of the air content at this time in the above-mentioned example at the time of the OFF conditions of a solenoid 4, it is good conversely also as composition which makes a solenoid 4 turn off compulsorily at the time of the on-condition of a solenoid 4.

However, if control which makes slow compulsorily the closed stage of the inhalation-of-air bulb 4 is performed while making a solenoid 4 turn on and bringing forward the closed stage of an inhalation-of-air bulb generally, since the influence on operability will be predicted to be a large thing, the composition of making it turn on compulsorily on the OFF conditions of a solenoid 4 is more desirable like the above-mentioned example.

[0038]

[Effect of the Invention] In the adjustable valve timing control unit which carries out adjustable control of the valve timing of an internal combustion engine based on the control signal outputted according to an engine service condition from a control unit according to this invention as explained above Since it diagnosed whether valve timing would actually be switched according to the control signal using an inhalation air content changing according to a compulsory switch of valve timing It can diagnose also about mechanical failure of a valve timing controlling mechanism besides electric failure of a control signal output system, and is effective in the ability to offer a reliable diagnostic result now.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is self-test equipment of the adjustable valve timing control unit which carries out adjustable control of the valve timing of an internal combustion engine based on the control signal outputted according to an engine service condition from a control unit. An inhalation air-content detection means to detect an engine's inhalation air content, and a valve timing compulsion adjustable means to switch the aforementioned control signal compulsorily and to change valve timing compulsorily as an object for self-tests, An air-content change operation means to calculate the variation of the inhalation air accompanying a switch of the valve timing by this valve timing compulsion adjustable means based on the detection value of the aforementioned inhalation air-content detection means, Self-test equipment of the adjustable valve timing control unit characterized by being constituted including a self-test means to perform troubleshooting of the aforementioned adjustable valve timing control unit based on the variation calculated with this air-content change operation means.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The block diagram showing the basic composition of this invention.

[Drawing 2] The system-outline view showing one example of this invention.

[Drawing 3] Drawing showing the state of the oil pressure control in the ON state of a control signal.

[Drawing 4] Drawing showing the state of the oil pressure control in the OFF state of a control signal.

[Drawing 5] Drawing showing change of the opening-and-closing stage of the inlet valve by turning on and off of a control signal.

[Drawing 6] The diagram showing the on-off-control field of a control signal.

[Drawing 7] The flow chart which shows self-test control of an example.

[Description of Notations]

1 Cam Sprocket

2 Cam Shaft

3 Valve Timing Adjustable Mechanism

4 Adjustable Valve Timing Control Solenoid

5 Control Unit

8 Crank Angle Sensor

9 Air Flow Meter

10 Coolant Temperature Sensor

18-20 Fluid passage

21 Plunger

22 Helical Gear

23 Return Spring

---

[Translation done.]

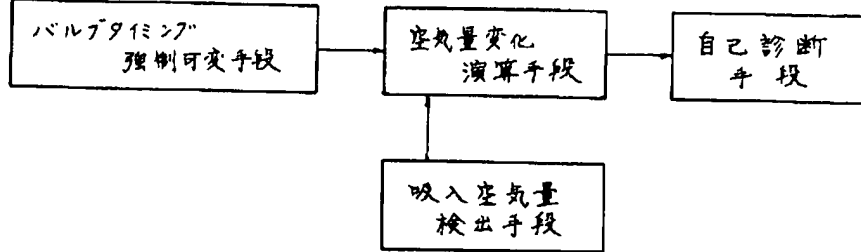
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

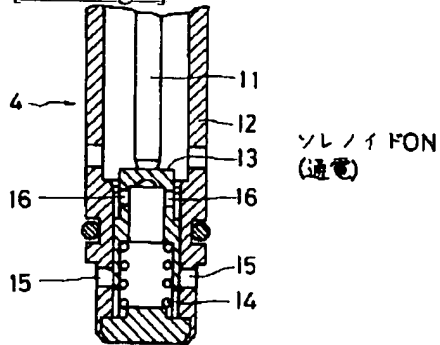
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

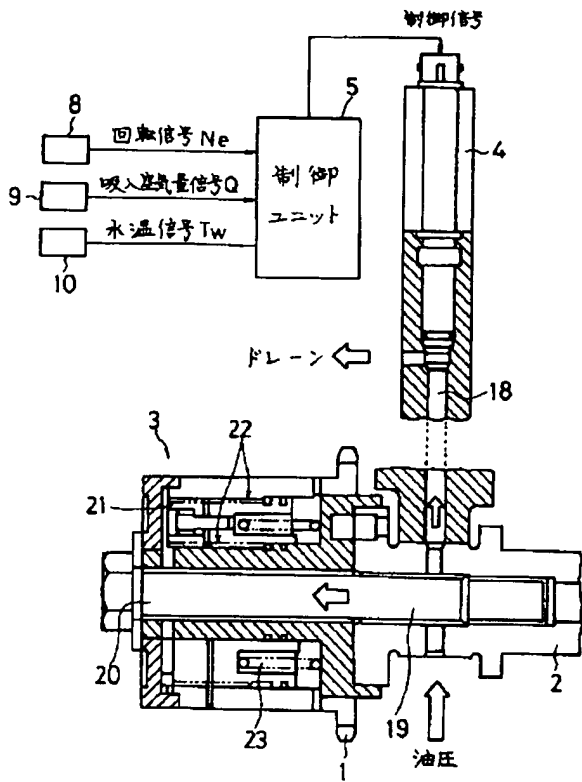
[Drawing 1]



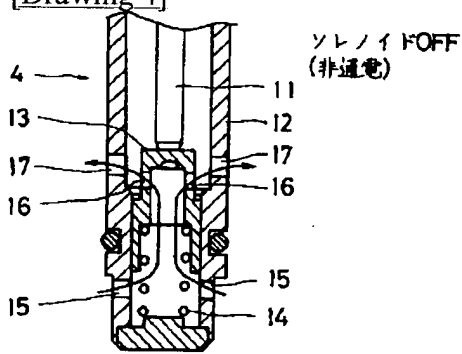
[Drawing 3]



[Drawing 2]



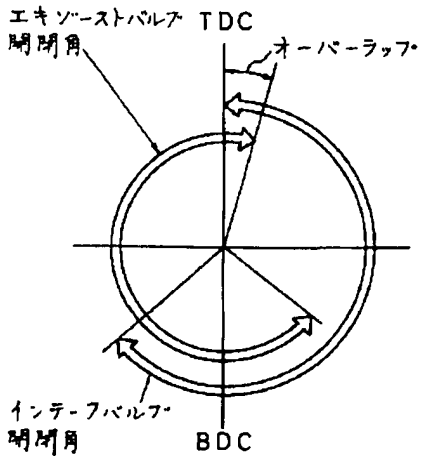
[Drawing 4]



[Drawing 5]

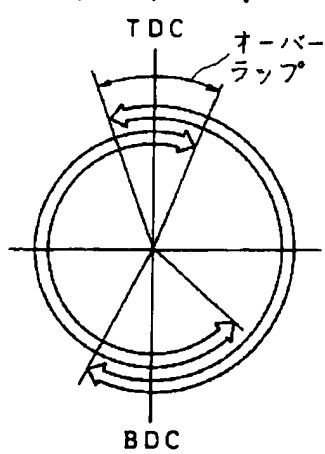
(a)

(制御信号"OFF"時)

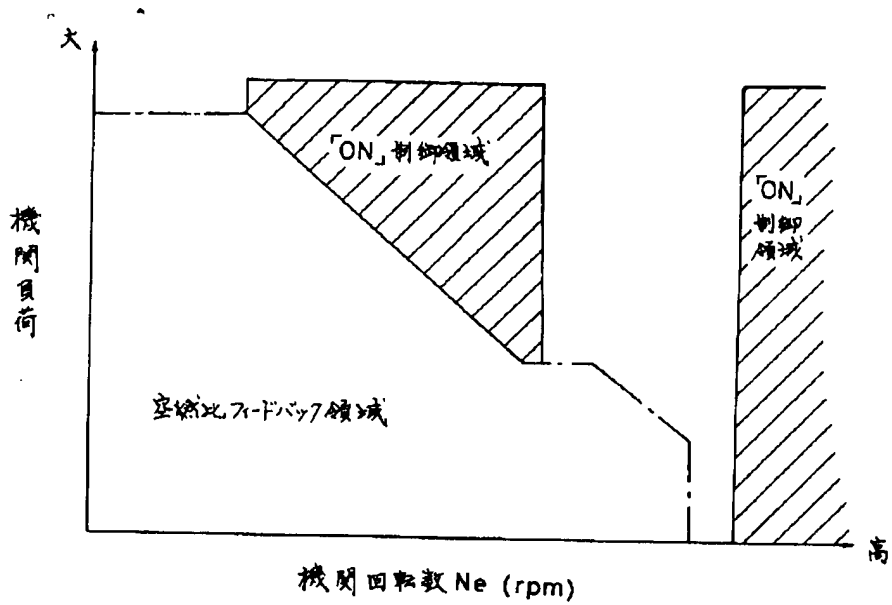


(b)

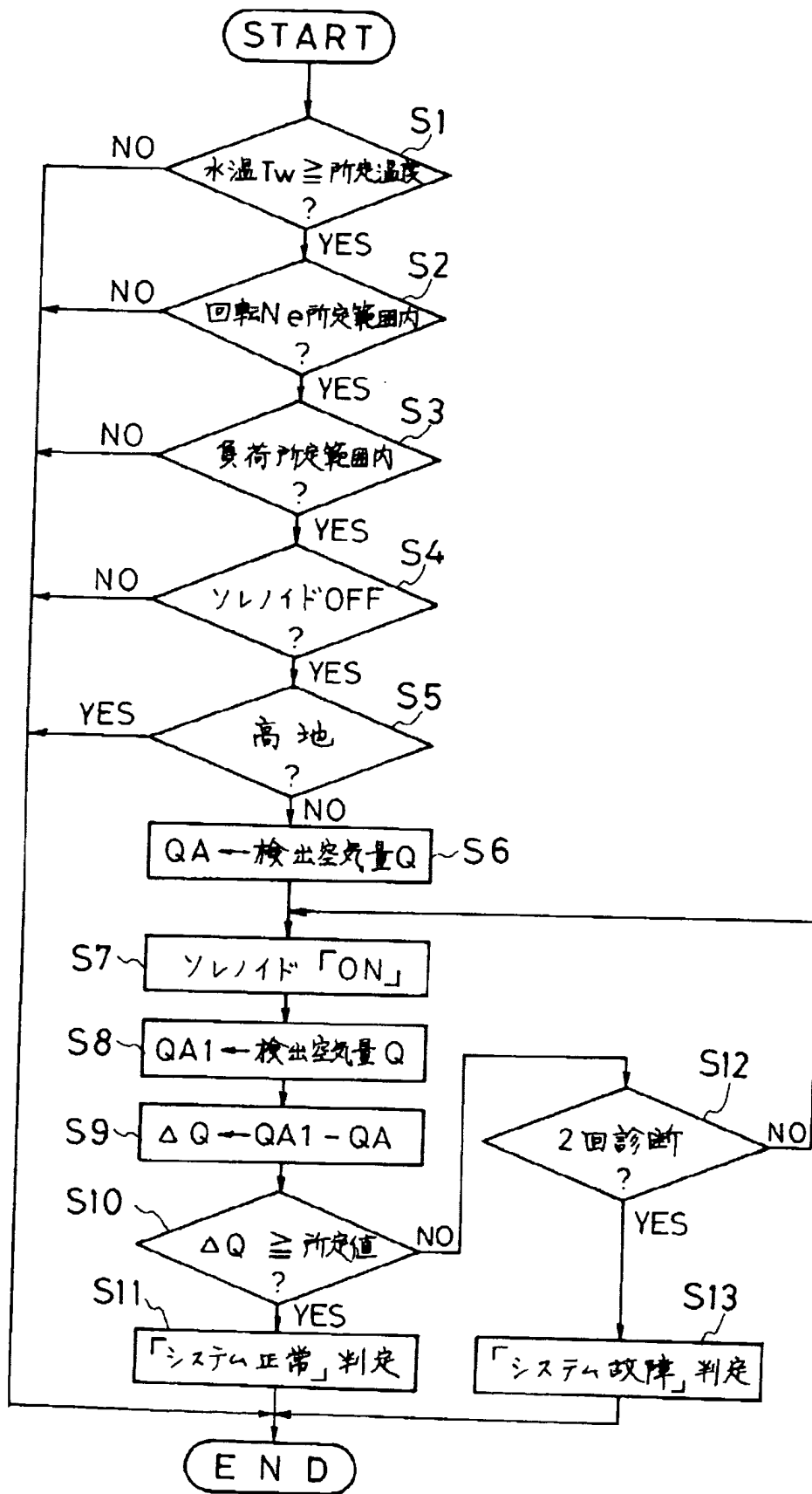
(制御信号"ON"時)



[Drawing 6]



[Drawing 7]



(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-317118

(43)公開日 平成6年(1994)11月15日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
F 0 1 L 1/34	Z	6965-3G		
	C	6965-3G		
13/00	3 0 1 Y			
F 0 2 D 41/22	3 0 1 M	8011-3G		
45/00	3 6 6 F	7536-3G		

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平5-103107

(22)出願日 平成5年(1993)4月28日

(71)出願人 000167406

株式会社ユニシアジェックス  
神奈川県厚木市恩名1370番地

(72)発明者 内川 晶

神奈川県厚木市恩名1370番地 株式会社ユニシアジェックス内

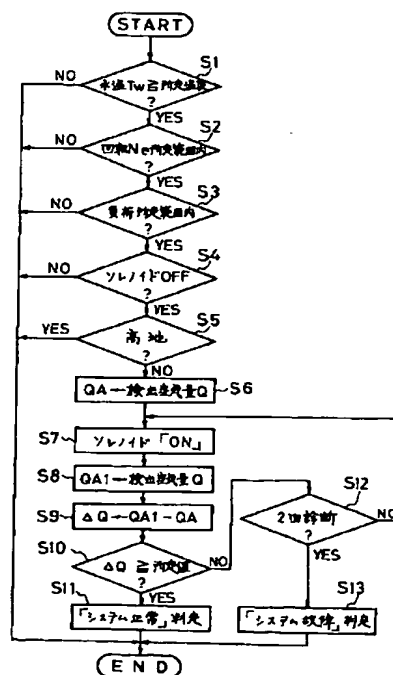
(74)代理人 弁理士 笹島 富二雄

(54)【発明の名称】 可変バルブタイミング制御装置の自己診断装置

(57)【要約】

【目的】可変バルブタイミング制御装置において、電気的な故障の他、機械的な故障も含めて故障診断が行えるようにする。

【構成】水温Tw、回転Ne、負荷が所定の診断条件にあっていて(S1~S3)、然も、可変バルブタイミングコントロールソレノイドのオフ状態で(S4)、かつ、高地走行状態でないことを判別する(S5)。そして、上記条件が成立しているときに、前記ソレノイドのオフ状態での吸入空気量QAをサンプリングする(S6)。次いで、前記ソレノイドを強制的にオンさせ(S7)、このときの吸入空気量QA1をサンプリングさせる(S8)。ここで、前記空気量QA1と前記空気量QAとの偏差ΔQ(S9)が所定以下であることが判定されると(S10、S12)、システムの故障を判定する(S13)。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 制御ユニットから機関運転条件に応じて出力される制御信号に基づいて内燃機関のバルブタイミングを可変制御する可変バルブタイミング制御装置の自己診断装置であって、

機関の吸入空気量を検出する吸入空気量検出手段と、前記制御信号を強制的に切り換えて自己診断用としてバルブタイミングを強制的に変化させるバルブタイミング強制可変手段と、

該バルブタイミング強制可変手段によるバルブタイミングの切り換えに伴う吸入空気の変化量を前記吸入空気量検出手段の検出値に基づいて演算する空気量変化演算手段と、

該空気量変化演算手段で演算された変化量に基づいて前記可変バルブタイミング制御装置の故障診断を行う自己診断手段と、

を含んで構成されたことを特徴とする可変バルブタイミング制御装置の自己診断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は可変バルブタイミング制御装置の自己診断装置に関し、詳しくは、機関運転条件に応じて出力される制御信号に応じて内燃機関のバルブタイミングを可変制御する可変バルブタイミング制御装置の故障を診断する技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来から、機関の吸気バルブの開閉時期を切り換えるバルブタイミング可変機構を機関運転条件に応じて動作させる可変バルブタイミング制御装置を設け、機関の高回転、高負荷時には吸気バルブと排気バルブの開状態のオーバーラップ量を大きくして、吸気慣性力を利用して充填効率を高めることが行われている

（「新型車解説書（FGY32-1）」編集発行：日産自動車株式会社 発行年月：1991年8月 等参照）。

【0003】 上記のような可変バルブタイミング制御装置では、例えば回転信号、吸入空気量信号などを入力する制御ユニットから出力される制御信号により、可変バルブタイミングコントロールソレノイドをON・OFFさせることで、バルブタイミング可変機構を動作させる油圧を制御して、吸気バルブの開閉時期を切り換え制御している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記のような可変バルブタイミング制御装置の故障を診断する方法としては、前記可変バルブタイミングコントロールソレノイドに対して所期の制御信号が伝わっているか否かを、可変バルブタイミングコントロールソレノイドの近傍における信号ラインから制御信号を制御ユニット内に取り込むことで確認する方法があった。

2

【0005】 しかしながら、かかる方法によると、例えばONの制御信号が出力されているにも関わらず、実際には可変バルブタイミングコントロールソレノイドがON制御に見合った動作状態に切り換わらずにOFF状態のままである場合や、ソレノイドは正常に動作しているが油圧回路やバルブタイミング可変機構に異常があつて所期の切り換え制御が行われないような機械的な故障を診断することができず、実際にはバルブタイミングが所期状態に切り換わっていないのに、正常であると誤診断してしまうことがあった。

【0006】 本発明は上記問題点を鑑みなされたものであり、機関の可変バルブタイミング制御装置において、機械的な故障も含めた診断が行える自己診断装置を提供し、診断性能を向上させることを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、制御ユニットから機関運転条件に応じて出力される制御信号に基づいて内燃機関のバルブタイミングを可変制御する可変バルブタイミング制御装置の自己診断装置であって、図1に示すように構成される。図1において、吸入空気量検出手段は、機関の吸入空気量を検出する。

【0008】 また、バルブタイミング強制可変手段は、前記制御信号を強制的に切り換えて自己診断用としてバルブタイミングを強制的に変化させる。そして、空気量変化演算手段と、バルブタイミング強制可変手段によるバルブタイミングの切り換えに伴う吸入空気の変化量を前記吸入空気量検出手段の検出値に基づいて演算する。

【0009】 自己診断手段は、空気量変化演算手段で演算された変化量に基づいて前記可変バルブタイミング制御装置の故障診断を行う。

## 【0010】

【作用】 かかる構成によると、機関運転条件に応じて出力される制御信号に基づいてバルブタイミングが可変制御される可変バルブタイミング制御装置において、まず、機関運転条件とは無関係に強制的にバルブタイミングの切り換え制御を行わせ、かかるバルブタイミングの切り換えに伴って吸入空気量検出手段で検出される吸入空気量がどの程度変化するかが求められる。

【0011】 バルブタイミングの切り換えが正常に行われれば、充填効率の変化によって吸入空気量が変化することはなく、バルブタイミングを変化させても吸入空気量が変化しない場合には、制御信号によってバルブタイミングの切り換え制御を行っても実際にはバルブタイミングが切り換わっていないものと推定できる。従って、強制的なバルブタイミングの切り換えに伴う空気量の変化が少ない場合には、可変バルブタイミング制御装置に電氣的故障及び機械的故障を含む何らかの故障が生じているものと判断できる。

## 【0012】

【実施例】 以下に本発明の実施例を説明する。図2は本

## 3

発明にかかる可変バルブタイミング制御装置の構成例を示す図であり、かかる可変バルブタイミング制御装置が適用される内燃機関は、吸気側カムシャフトと排気側カムシャフトとをそれぞれ独立に備えたものである。

【0013】この図2に示す可変バルブタイミング制御装置は、吸気側カムスプロケット1に付設され、クランクシャフト（図示省略）と吸気側カムシャフト2との位相を可変制御するバルブタイミング可変機構3と、該バルブタイミング可変機構3の動作させるための油圧の供給を制御する可変バルブタイミングコントロールソレノイド4と、該可変バルブタイミングコントロールソレノイド4にオン・オフの制御信号を機関の運転条件に応じて出力する制御ユニット5とによって構成される。

【0014】前記可変バルブタイミングコントロールソレノイド4は、図3及び図4に示すように、基端側（図3及び図4で上方側）に設けられたソレノイドのオフ（非通電）状態では前記ロッド11はソレノイド側に退き、ソレノイドのオン（通電）状態では、前記ロッド11はソレノイドから離れる方向に伸びる。一方、前記ロッド11を囲むように支持されたハウジング12の先端部には、該ハウジング12の内周面に案内されて軸方向に移動する筒状の弁体13が内設されており、この弁体13は前記ハウジング12先端部との間に介装されたコイルスプリング14によってロッド11側に付勢されており、該付勢力によって弁体13はロッド11先端面に当接するようになっており、これにより、弁体13はロッド11の進退に連動して軸方向に移動するようになっている。

【0015】また、前記ハウジング12の先端側周壁には、図示しない油圧源から圧送される作動油をハウジング12内周と弁体13内側とによって囲まれる空間内に導入するための導入孔15が開口されている。また、弁体13には、導入孔15を介して導入した作動油を弁体13外側のハウジング12内周とロッド11外周とによって囲まれる空間に排出するための連通孔16が開口されている。更に、ハウジング12内周とロッド11外周とによって囲まれる空間に臨むドレーン孔17がハウジング12の周壁に開口されている。

【0016】ここで、可変バルブタイミングコントロールソレノイド4のオフ（非通電）状態では、ロッド11がソレノイド側に退くことによって、弁体13がハウジング12先端から離れ、この状態では弁体13の周壁と前記導入孔15とが干渉せず、作動油は前記導入孔15を対してハウジング12内に導入され、ハウジング12内で連通孔16を介して移動し、ドレーン孔17から排出される。

【0017】一方、可変バルブタイミングコントロールソレノイド4のオン（通電）状態では、ロッド11が弁体13側に伸びることによって、弁体13がハウジング12先端に向けて下降し、弁体13の周壁が前記導入孔15を内側から閉塞することになるため、作動油はドレーン孔17を介して排出されない状態となる。前記導入孔15に連通する

## 4

作動油通路18は、その上流側でバルブタイミング可変機構3の作動油通路に連通しており、ソレノイド4のオフ状態では、作動油が前記ドレーン孔17を介して排出されることによって、油圧がバルブタイミング可変機構3に作用せず、ソレノイド4がオンされてドレーン孔17が閉じられると、油圧がバルブタイミング可変機構3に作用する。

【0018】前記作動油通路18は、前記ソレノイド4に至る前にカムシャフト2に設けられた作動油通路19に連通しており、ソレノイド4がオン状態でソレノイド4側から作動油が排出されない状態では、前記作動油通路19に供給された作動油が、カムスプロケット1に設けられた作動油通路20を経由してカムスプロケット1内蔵のプランジャー21の前面に達する。そして、プランジャー21の前面に達した作動油は、その油圧によってプランジャー21をカムシャフト2側に押し付けるように作用する。

【0019】前記プランジャー21は、ヘリカルギヤ22でカムスプロケット1及びカムシャフト2と噛み合っているため、前記油圧によって押し付けられると、回転しながらストッパ位置まで軸方向に移動し、このときカムスプロケット1は図示しないタイミングチェーンによって固定されているから、カムシャフト2側がプランジャー21と共に回転し、カムスプロケット1とカムシャフト2との周方向の相対位置が変化する。

【0020】一方、コントロールソレノイド4がオフされると、ソレノイド4のドレーン孔17を介して作動油が排出されることによって、前記プランジャー21をカムシャフト2側に押し付ける力が無くなり、前記プランジャー21はリターンスプリング23の付勢力によってカムシャフト2側から離れた元の位置に戻るようになる。このようにして、本実施例の可変バルブタイミング制御装置では、吸気側カムシャフト2のクランクシャフトに対する位相を変化させることで、作動角一定のまま吸気側カムの位相を変化させるものであり、本実施例では、図5（a）、（b）に示すように、ソレノイド4のオフ状態では吸気バルブの開時期が遅れ、逆に、ソレノイド4のオン状態では吸気バルブの開時期が早まり、排気弁とのオーバーラップ量が増大するようになっている。

【0021】前記ソレノイド4のオン・オフは、制御ユニット5からの制御信号によって制御されるようになっており、機関運転条件に応じて前記ソレノイド4をオン・オフさせ、吸気バルブの開閉時期を運転条件に適合して変化させるために、制御ユニット5には、クランク角センサ8、エアフローメータ9（吸入空気量検出手段）、水温センサ10からの機関回転信号Ne、機関吸入空気量信号Q、冷却水温度信号Twが入力されるようになっている。

【0022】そして、マイクロコンピュータを内蔵する制御ユニット5は、前記吸入空気量信号Qと回転信号Neとから機関負荷相当値を演算し、予め機関負荷と回転

5

とをパラメータとして設定されているバルブタイミング制御マップ(図6参照)を参照して、ソレノイド4のオン・オフを決定し、該決定に応じたオン・オフ制御信号をソレノイド4に出力する。

【0023】更に、本実施例では、上記構成の可変バルブタイミング制御装置の自己診断を行う機能を制御ユニット5に設けてある。以下に、制御ユニット5における自己診断の様子を、図7のフローチャートに従って説明する。尚、本実施例において、バルブタイミング強制可変手段、空気量変化演算手段、自己診断手段としての機能は、前記図7のフローチャートに示すように制御ユニット5がソフトウェア的に備えている。

【0024】図7のフローチャートにおいて、ステップ1(図中ではS1としてある。以下同様)～ステップ5では、自己診断を行う各種条件が成立しているか否かを判別する。まず、ステップ1では、冷却水温度 $T_w$ が所定温度(例えば60℃)以上であるか否かを判別する。

【0025】そして、冷却水温度 $T_w$ 所定温度以上であるときには、次のステップ2へ進み、機関回転速度 $N_e$ が所定速度範囲(例えば1500～2000rpm程度の低回転域)内であるか否かを判別する。回転速度 $N_e$ が所定速度範囲内であるときには、更に、ステップ3へ進み、機関負荷が所定低負荷領域内であるか否かを判別する。尚、前記機関負荷の代表値は、前記吸入空気量 $Q$ と機関回転速度 $N_e$ とから求められる。

【0026】上記判定によって、冷却水温度 $T_w$ が所定温度以上、機関回転速度 $N_e$ が所定速度範囲内、機関負荷が所定範囲内であると判別された場合には、バルブタイミングを強制的に変化させても、排気性状に大きな影響を与えないものと推定し、次のステップ4へ進む。本実施例では、後述するように、自己診断のために強制的にバルブタイミングを切り換えて、そのときに発生する吸入空気量の変化に基づいて診断を行わせる構成であるが、かかる強制的なバルブタイミング切り換えに伴って排気性状の悪化や運転性の急変が発生することを避けたいため、なるべく影響の少ない運転条件を予め設定し、かかる運転条件に適合するか否かをステップ1～ステップ3で判定させている。

【0027】強制的なバルブタイミングの切り換え制御を行っても影響が少ない運転条件であることがステップ1～ステップ3で判定されると、ステップ4へ進み、可変バルブタイミングコントロールソレノイド4にOFFの制御信号が出力されている状態、換言すれば、オーバーラップ量の少ないバルブタイミングに制御されている状態であるか否かを判別する。

【0028】ステップ4で、制御信号がオフ状態であると判別されると、ステップ5へ進み、高地走行状態であるか否かを判別する。かかる高地判定は、例えば大気圧の検出値に基づいて判定させることができるが、種々の公知の方法を用いることができる。高地走行状態である

6

と、低地のときに比べてバルブタイミングの切り換えに伴う吸入空気量の変化が少なくなつて診断精度を確保できなくなるので、高地走行状態でないこと(所定以下の標高であること)を条件としてステップ6以降の診断ステップに進む。

【0029】ステップ6では、エアフローメータ9で検出された吸入空気量 $Q$ を、可変バルブタイミングコントロールソレノイド4のOFF制御状態に対応する空気量として $Q_A$ にセットする。次のステップ7では、運転条件からは本来ソレノイド4をオフさせるべき条件であるが、自己診断のためにソレノイド4に対して強制的にON制御信号を出力して、バルブタイミングを強制的にオーバーラップ量が大きくなる方向(図5(b)参照)に制御する。

【0030】そして、次のステップ8では、上記のように強制的にソレノイド4をONさせた直後にエアフローメータ9で検出された吸入空気量 $Q$ をサンプリングし、これを制御信号オン状態に対応する空気量として $Q_{A1}$ にセットする。尚、ソレノイド4にON制御信号を出力しても、瞬時にバルブタイミングが切り換わるものではなく、油圧制御の遅れによってタイムラグを生じるので、OFF→ON切り換えから前記遅れ時間を経過した時点でのエアフローメータ検出値をサンプリングさせるようにすると良い。

【0031】ステップ9では、上記のようにして求められたソレノイド4のオン制御状態における空気量 $Q_{A1}$ と、オフ制御状態における空気量 $Q_A$ との偏差 $\Delta Q$ ( $\leftarrow Q_{A1} - Q_A$ )を演算する。即ち、前記偏差 $\Delta Q$ は、ソレノイド4を強制的にオフ→オン切り換えさせてバルブタイミングを切り換えたことに伴う空気量の変化を示すデータである。

【0032】前記偏差 $\Delta Q$ を演算すると、次のステップ10では、前記偏差 $\Delta Q$ と所定値とを比較することで、前記偏差 $\Delta Q$ がバルブタイミングの切り換えに見合った量となっているか否かを判別させる。本実施例では、図6に示すように低・中速、低負荷領域でソレノイド4をOFFし、かかる領域ではオーバーラップ量を少なくして吸入効率よりも排気性状の向上を図っており、また、前記ステップ7における強制的なON制御はかかる領域で行われるようになっている。

【0033】従って、前記強制的なソレノイド4のON制御によって、吸気バルブの閉時期が早まることで吸入効率が向上し、該吸入効率の増大に応じて吸入空気量 $Q$ は所定以上の増大変化を示すはずである。しかしながら、ソレノイド4に出力される制御信号に応じて実際にバルブタイミングが切り換わらないような故障が生じている場合には、吸入効率の変化が生じないので、制御信号を切り換えても吸入空気量の変化が発生しなくなる。

【0034】そこで、ステップ10で前記偏差 $\Delta Q$ が所定以下であると判別された場合には、制御信号に応じて実

7

際にバルブタイミングが切り換わっていないものと推定でき、逆に、所期の空気量変化が得られている場合には、ソレノイド4に出力される制御信号に応じて正常にバルブタイミングが切り換えられているものと推定できる。

【0035】ここで、前記偏差 $\Delta Q$ が所定以上であると判別された場合には、ステップ11へ進んで、システムの正常判定を行い、ソレノイド4に出力する制御信号を本来の運転条件に応じたOFF状態に戻して本ルーチンを終了させる。一方、前記偏差 $\Delta Q$ が所定以下であると判別された場合には、何らかの故障が発生しているものと推定されるが、直ちに故障判定を行うのではなく、ステップ12へ進んで、ソレノイド4の強制的なON・OFF制御による自己診断を2回実施したか否かを判別し、1回だけの診断で故障と判別された場合には、再度確認すべくステップ7へ戻り、もう一度診断を行わせる。

【0036】そして、2回目において前記偏差 $\Delta Q$ が所定以下で故障であると判別された場合には、前記偏差 $\Delta Q$ に基づく診断結果が確かなものであると見做し、ステップ13へ進んで、システムの故障を判定する。尚、上記実施例では、作動角一定のまま吸気弁の開閉時期を可変としたが、開閉時期と共に作動角（リフト量）を変化させる構成の可変バルブタイミング制御装置であっても良く、また、作動角一定のままバルブタイミングを変える場合であっても、上記の可変機構に限定されるものではないことは明らかである。

【0037】また、上記実施例では、ソレノイド4のOFF条件のときに強制的にソレノイド4をオンさせて、このときの空気量の変化を求めるようにしたが、逆に、ソレノイド4のオン条件のときに強制的にソレノイド4をオフさせる構成としても良い。但し、一般的に、ソレノイド4をオンさせて吸気バルブの開閉時期を早めているときに、強制的に吸気バルブの開閉時期を遅くする制御を行うと、運転性への影響が大きいものと予測されるので、上記実施例のように、ソレノイド4のOFF条件で強制的にオンさせる構成の方が好ましい。

8

# \*【0038】

【発明の効果】以上説明したように本発明によると、制御ユニットから機関運転条件に応じて出力される制御信号に基づいて内燃機関のバルブタイミングを可変制御する可変バルブタイミング制御装置において、バルブタイミングの強制的な切り換えに応じて吸入空気量に変化することを利用して、実際にバルブタイミングが制御信号に応じて切り換えられているか否かを診断するようにしたので、制御信号出力系の電気的な故障の他、バルブタイミング制御機構の機械的な故障についても診断することができ、信頼性の高い診断結果を提供できるようになるという効果がある。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本構成を示すブロック図。

【図2】本発明の一実施例を示すシステム概略図。

【図3】制御信号のオン状態における油圧制御の状態を示す図。

【図4】制御信号のオフ状態における油圧制御の状態を示す図。

【図5】制御信号のオン・オフによる吸気弁の開閉時期の変化を示す図。

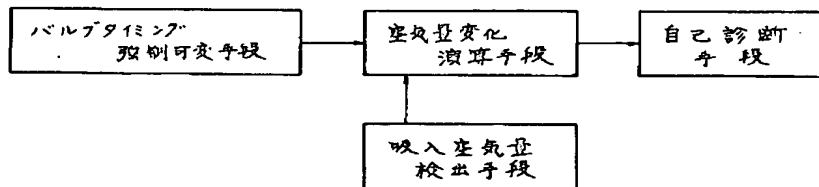
【図6】制御信号のオン・オフ制御領域を示す線図。

【図7】実施例の自己診断制御を示すフローチャート。

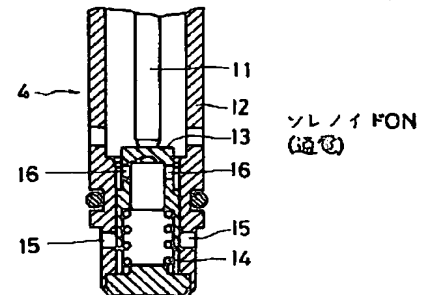
## 【符号の説明】

- |       |                       |
|-------|-----------------------|
| 1     | カムプロケット               |
| 2     | カムシャフト                |
| 3     | バルブタイミング可変機構          |
| 4     | 可変バルブタイミングコントロールソレノイド |
| 5     | 制御ユニット                |
| 8     | クランク角センサ              |
| 9     | エアフローメータ              |
| 10    | 水温センサ                 |
| 18~20 | 作動油通路                 |
| 21    | プランジャー                |
| 22    | ヘリカルギヤ                |
| 23    | リターンスプリング             |

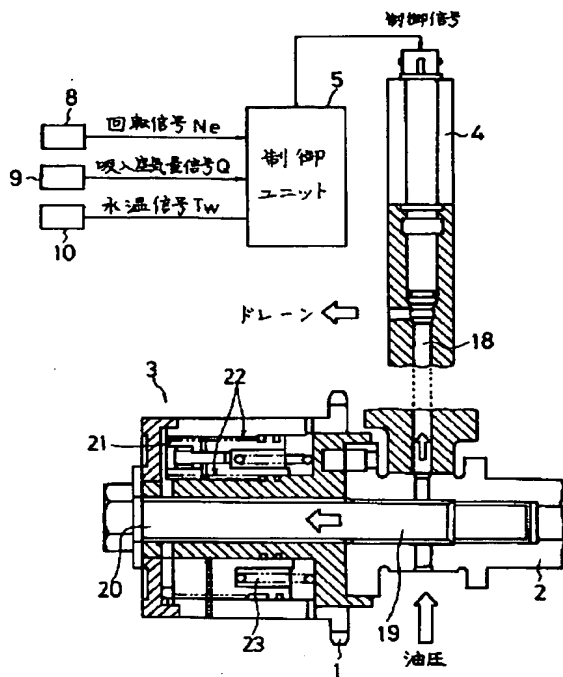
【図1】



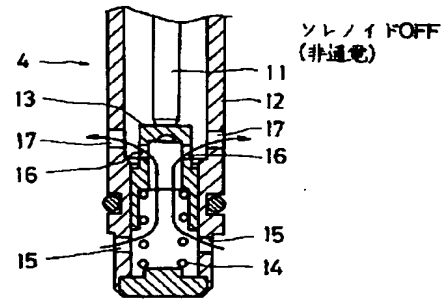
【図3】



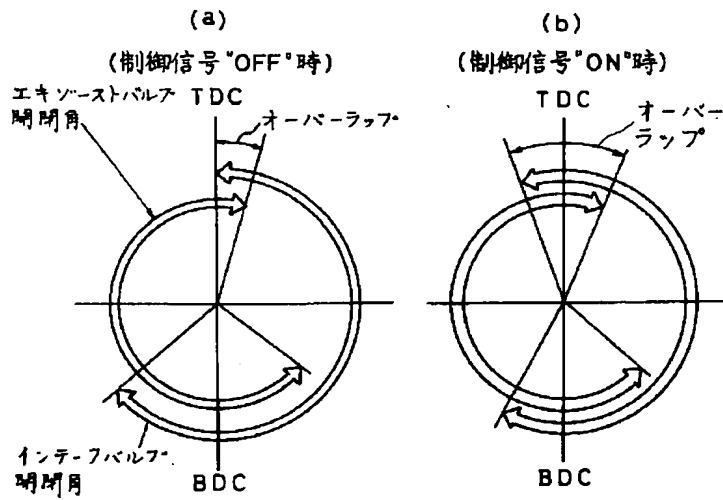
【図2】



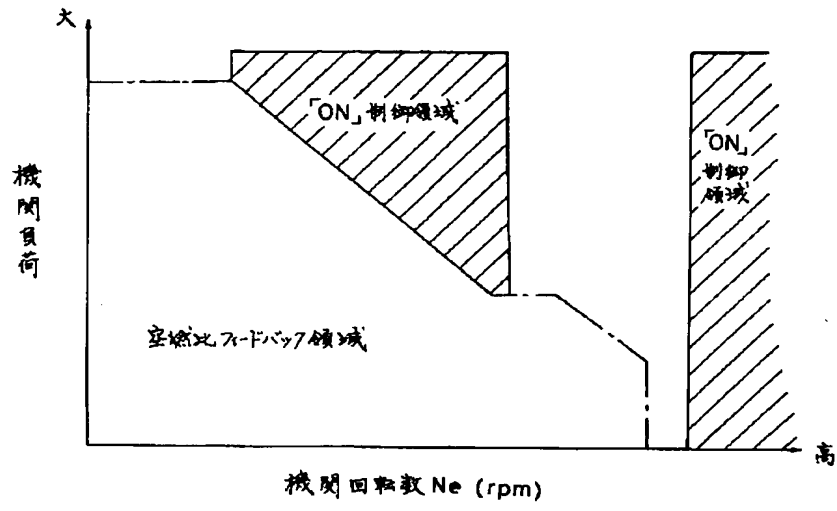
【図4】



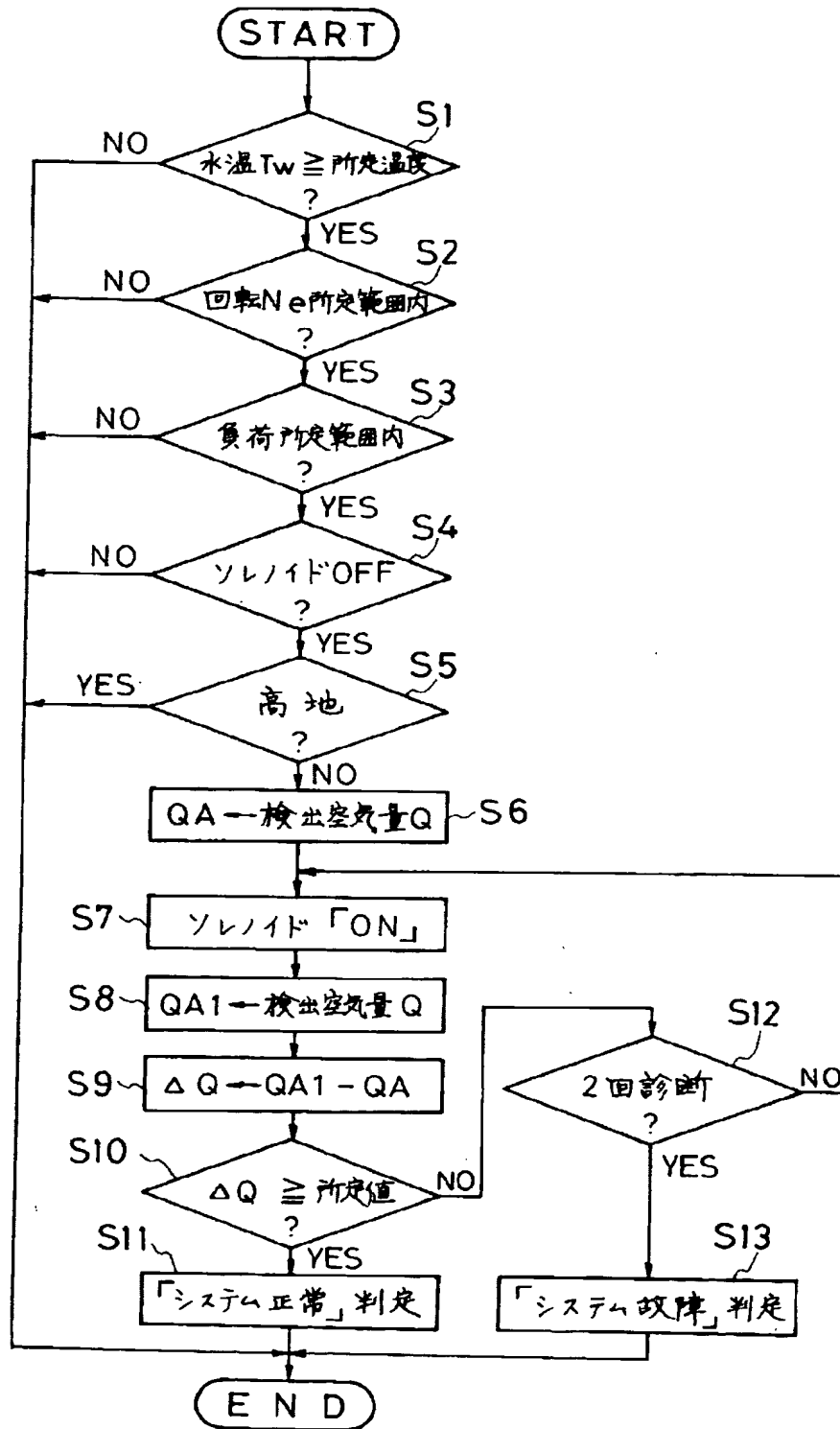
【図5】



【図6】



【図 7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>

G 0 1 M 15/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

Z 7324-2G